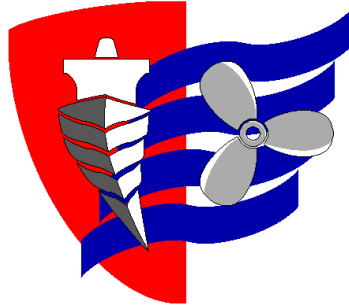


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Máster*

**MONTAJE E INSTALACIÓN DE UNA  
PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA  
TRATAMIENTO DE AGUA DE CALDERAS  
EN UNA INDUSTRIA PLÁSTICA**

***ASSEMBLY AND INSTALLATION OF A  
REVERSE OSMOSIS PLANT FOR THE  
WATER BOILER TREATMENT IN A PLASTIC  
INDUSTRY***

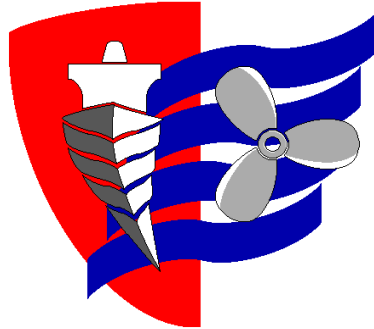
Para acceder al Título de Máster Universitario en  
**INGENIERÍA MARINA**

Autor: Marcos Riloba Eguren

Director: Alfredo Manuel Girón Portilla

Marzo - 2020

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Máster*

**MONTAJE E INSTALACIÓN DE UNA  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA PARA  
TRATAMIENTO DE AGUA DE CALDERAS  
EN UNA INDUSTRIA PLASTICA**

***ASSEMBLY AND INSTALLATION OF A  
REVERSE OSMOSIS PLANT FOR THE  
WATER BOILER TREATMENT IN A PLASTIC  
INDUSTRY***

Para acceder al Título de Máster Universitario en  
**INGENIERÍA MARINA**

Marzo-2020

## ÍNDICE

Resumen .....	6
Palabras clave .....	6
Abstract.....	7
Keywords.....	7
1 Introducción .....	9
1.1 Antecedentes.....	9
1.2 Naturaleza del trabajo.....	9
1.3 Parámetros para regular el agua de alimentación de calderas.....	9
1.4 Problemas causados por un mal tratamiento del agua de calderas	
12	
1.5 Sistemas de tratamiento de agua .....	13
1.6 Ósmosis inversa .....	14
1.6.1 Concepto de ósmosis.....	14
1.6.2 Proceso de ósmosis inversa .....	15
1.7 Legislación.....	15
2 Memoria descriptiva.....	17
2.1 Planteamiento del problema .....	17
2.2 Herramientas de resolución .....	17
2.3 Planta de ósmosis inversa .....	17
2.3.1 Características generales .....	17
2.4 Planificación de las obras .....	27
3 Pliego de condiciones generales .....	31
3.1.1 Condiciones generales .....	31
3.1.2 Mandos y responsabilidades: .....	31

3.1.3	Materiales.....	32
3.1.4	Recepción del material .....	33
3.1.5	Organización .....	34
3.1.6	Ejecución de las obras .....	34
3.1.7	Interpretación y desarrollo del proyecto.....	36
3.1.8	Variaciones del proyecto .....	37
3.1.9	Obras complementarias .....	37
3.1.10	Modificaciones.....	37
3.1.11	Obra defectuosa .....	38
3.1.12	Conservación de las obras .....	38
3.1.13	Subcontratación de obras.....	39
3.1.14	Recepción de las obras .....	39
3.1.15	Contratación de la empresa instaladora .....	39
3.1.16	Contrato.....	40
3.1.17	Responsabilidades .....	40
3.1.18	Rescisión del contrato .....	41
4	Presupuesto.....	43
5	Cálculo energético de la planta.....	51
5.1	Planta de desmineralización.....	51
5.2	Planta de ósmosis inversa .....	53
5.3	Tabla de resultados .....	55
5.4	Periodo de amortización .....	55
6	Conclusiones .....	57
7	Referencias bibliográficas.....	59
8	Anexos.....	65
	Anexo I: Filtros de arena. ....	65

Anexo II: Bomba de captación.....	66
Anexo III: Válvula de mariposa.....	67
Anexo IV: Módulos osmotizadores. ....	68
Anexo V: Membranas de ósmosis.....	69
Anexo VI: Bombeo a ósmosis. ....	71

## RESUMEN

En el presente trabajo se ha querido realizar un proyecto clásico de ingeniería en el cual se muestra cómo se desarrolla la instalación y el montaje de una planta de ósmosis inversa en una fábrica de la industria plástica.

La necesidad de la empresa de disminuir sus gastos de mantenimiento de las calderas que utilizan para la producción de vapor obliga a realizar este cambio de sistema de tratamiento de agua.

En la primera parte de este trabajo se pretende dar un enfoque al tema en cuestión que es el tratamiento de agua de calderas, desarrollando el tema métodos para realizarlo y diferentes variables a tener en cuenta. También se define el proceso de ósmosis, así como una breve toma de contacto con el marco legislativo.

En la parte del desarrollo se muestran las partes constructivas de la planta de ósmosis inversa en cuestión, definiendo cada una de ellas de manera detallada. También se muestra una planificación cronológica en la realización de los trabajos de montaje e instalación.

Posteriormente, se realiza un pliego de condiciones en el cual se detallan y quedan muy claros las condiciones técnicas y contractuales que la empresa mantendrá con la empresa instaladora.

**PALABRAS CLAVE:** Ósmosis, agua, montaje, mantenimiento, caldera.

## **ABSTRACT**

The aim of this project is to carry out a classic engineering project in which it can be seen the development in the assembly of a reverse osmosis plant in a plastic industry.

The need of reducing the maintenance expense in its boilers, which are used to produce steam, force this factory to realize a change in the water treatment plant.

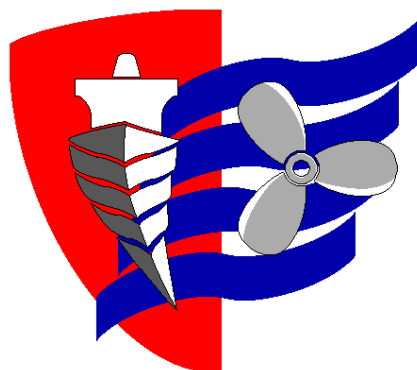
First of all, the topic of this project is introduced. It is explained how to treat water from boilers, and it is developed the different methods to do it as well as the variables to take into account. In addition, the osmosis process and the legislative frame are described.

In the development part of this project, it can be seen the structural parts of the reverse osmosis plant which are explain in detail each one. Also, it shows a chronological planning of the assembly and installation jobs.

Finally, it has been done a specification in which it is presented the technical and contract conditions between the factory and the installation company.

**KEYWORDS:** Osmosis, water, assembly, maintenance, boiler.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**INTRODUCCIÓN**



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

El presente trabajo que se presentará en la Escuela Técnica Superior de Náutica como Trabajo Fin de Máster al objeto de obtener el título de Máster en Ingeniería Marina, trata sobre la necesidad por parte de una fábrica de la industria plástica de tratar el agua de alimentación de sus calderas con las cuales se envía vapor a diferentes procesos de la fábrica. Esta necesidad surge en base a un perjuicio tanto estructural como económico derivado del mal tratamiento del agua de calderas lo cual produce una serie de daños estructurales en los tubulares de las calderas.

## 1.2 NATURALEZA DEL TRABAJO

El presente trabajo es un proyecto clásico de ingeniería ya que versa del diseño y la instalación de un equipo, en este caso una planta de ósmosis inversa.

## 1.3 PARÁMETROS PARA REGULAR EL AGUA DE ALIMENTACIÓN DE CALDERAS

Los principales parámetros involucrados en el agua de alimentación de calderas son los siguientes (Oelker Behn, 2016):

- **pH:** representa las características ácidas del agua. Es esencial su control y regulación debido a problemas de corrosión y depósitos en las calderas.
- **Dureza:** la dureza del agua cuantifica la cantidad de iones de calcio y magnesio que tiene el agua, los cuales son causantes de incrustaciones en los tubulares principalmente.
- **Oxígeno disuelto:** favorece la corrosión de elementos metálicos de la caldera.

- **Hierro y Cobre:** forman depósitos en la caldera, perjudicando así la transferencia de calor.

Legislativamente, existen unas regulaciones que estipulan qué rango de valores han de encontrarse los anteriores parámetros.

*American Boiler Manufacturing Association* designa los siguientes valores que se muestran en la tabla 1.1.

PARÁMETRO	VALOR REQUERIDO
Dureza Total	<2ppm
Contenido oxígeno	<8ppb
Dióxido de carbono	<25mg/l
Contenido total de hierro	<0,05mg/l
Contenido total de cobre	<0,01mg/l
Alcalinidad total	<25ppm
Contenido de aceite	<1mg/l
pH a 25°C	8,5-9,5
condición general	incoloro, claro y libre de agentes insolubles

Tabla 1.1. *Requerimientos agua de alimentación de calderas (Norma BS 2486).*

PARÁMETRO	VALOR REQUERIDO
pH a 25°C	10,5-11,8
Alcalinidad total CaCO <sub>3</sub>	<700ppm
Alcalinidad Cáustica	>350ppm
sulfito de sodio	30-70ppm
Hidrazina	0,1-10ppm
Taninos	120-180ppm
Dietilhidroxilamina	0,1-1,0ppm (en agua alimentación)
Fosfato Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	30-60mg/l
Hierro	<3ppm
Sílice	150ppm
Sólidos disueltos	<3500ppm
Sólidos en suspensión	<200ppm
Conductividad	<7000μS/cm
Condición general	Incoloro, claro y libre de agentes indisolubles

Tabla 1.2. Calidad del agua de las calderas a las condiciones de trabajo (Norma UNE-EN 12953-10:2004).

## 1.4 PROBLEMAS CAUSADOS POR UN MAL TRATAMIENTO DEL AGUA DE CALDERAS

Los principales problemas causados por un mal tratamiento del agua son:

### CORROSIÓN

Los principales tipos de corrosión presentes en las calderas son la corrosión debida al oxígeno disuelto en el agua o “pitting” y la corrosión cáustica

- Corrosión por oxígeno o “pitting”: Es la reacción del oxígeno disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera que están en contacto con el agua (electrolito). Provocan una disolución y conversión en óxidos solubles.

Dado que este tipo de corrosión se produce por oxígeno disuelto en el agua, la mejor manera de prevenirlo es su eliminación. Esta se produce mediante una adecuada desgasificación y el uso de secuestrantes de oxígeno.

- Corrosión caustica: Se produce por una concentración elevada de sales alcalinas en zonas de elevada carga térmica de la caldera. Se manifiesta en forma de cavidades profundas rellenas de óxidos de color negro.

Puede ser prevenida mediante la regulación de parámetros como alcalinidad OH libre y pH del agua en el interior de la caldera.

### INCRUSTACIONES

Se deben a depósitos de carbonatos y silicatos de calcio y magnesio derivados de una elevada concentración de estos componentes en el agua de alimentación. La presencia de incrustaciones en la caldera es una situación de gravedad ya que por su baja conductividad térmica actúa como aislante térmico, lo cual propicia un sobrecalentamiento de las superficies metálicas.

## 1.5 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

Existen varios métodos o sistemas de tratamiento de agua en función del problema que se quiera erradicar. A continuación, se describirán algunos de ellos tales como:

- Desmineralizadores por resinas: Su función principal es eliminar la dureza del agua, es decir, eliminar los iones de Ca y Mg del agua los cuales favorecen la formación de incrustaciones en la caldera. Su principio básico de funcionamiento es el proceso de intercambio iónico, que consiste en la sustitución de los iones de Ca y Mg por Sodio (Na) para obtener agua “Blanda” que pueda ser utilizada en la caldera.



Figura 1.1. Desmineralizador por resinas. (Solucoesindustriales, 2019).

- Desgasificadores o Desaireadores: Su función es eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disueltos en el agua de alimentación y son los causantes de la corrosión por picadura o pitting.



Figura 1.2. Desgasificador. (Cerney, 2019)

## 1.6 ÓSMOSIS INVERSA

### 1.6.1 CONCEPTO DE ÓSMOSIS

La ósmosis es un proceso natural en el cual el solvente, principalmente agua, fluye a través de una membrana semipermeable. Esto quiere decir que solo deja pasar a su través las moléculas más pequeñas del solvente (FísicaZone, 2011):

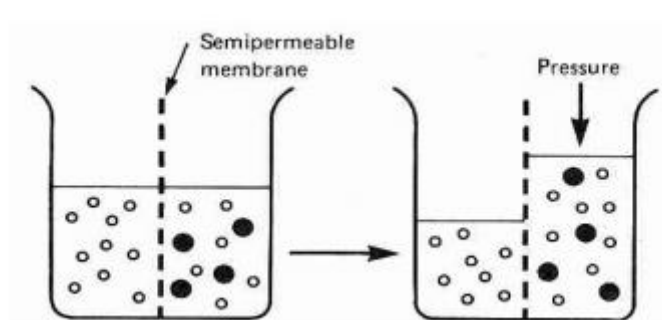


Figura 1.3. Proceso natural de ósmosis. Fuente: FísicaZone (2011).

### **1.6.2 PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA**

La ósmosis inversa es el proceso por el cual se aplica una presión mayor a la presión osmótica. Se ejerce la presión en la parte en la que el agua tiene mayor concentración de sólidos disueltos. Esta presión obliga al agua a pasar por la membrana semipermeable en dirección contraria a la que circularía en un proceso de ósmosis convencional. La permeabilidad de la membrana puede ser tan pequeña que todas las impurezas sean separadas del agua.

De esta forma, se obtiene un flujo de agua pura (permeado) que no tiene presión y por otra un flujo de agua la cual contiene las partículas no deseadas (rechazo) a alta presión. La ósmosis inversa tiene diversas aplicaciones industriales (Rivas Pérez, 2014).

Existen una serie de variables críticas que hay que tener en cuenta desde el punto de vista de ósmosis inversa como son el pH, la temperatura del agua de alimentación, el caudal de agua permeada (purificada) así como su concentración en sales y la presión y el caudal de agua de rechazo (Rivas Pérez, 2014).

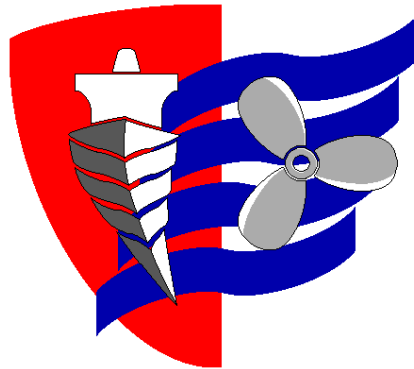
## **1.7 LEGISLACIÓN**

Las legislaciones mediante las cuales nos regimos a la hora de seleccionar un equipo de unas características u otro son las siguientes:

1. RD 2060/2008: REGLAMENTO DE EQUIPOS A PRESIÓN Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.
2. NORMA UNE-EN 12953-10:2004: Calderas pirotubulares. Parte 10: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera.
3. Norma BS 2486:1997 Recommendations for treatment of water for steam boilers and water heaters.

En las tablas 1.1 y 1.2, previamente descritas, se puede apreciar en que rango de valores tienen que estar las diferentes variables del agua a la hora de entrar en nuestra caldera.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**MEMORIA DESCRIPTIVA**



## **2 MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El punto de partida se debe a las grandes pérdidas económicas y energéticas sufridas por una empresa de la industria plástica a consecuencia de un mal tratamiento del agua de alimentación de sus calderas. El tratamiento actual se realiza mediante desmineralizadores por resinas, los cuales no eliminan los sólidos disueltos del agua. Esto obliga a los operarios de la empresa a realizar una serie de purgas tanto de superficie como de fondo para garantizar el buen estado de los elementos constructivos de la caldera.

### **2.2 HERRAMIENTAS DE RESOLUCIÓN**

Se ha barajado una alternativa de tratamiento de agua. Esta es capaz de eliminar en su totalidad los sólidos disueltos del agua de alimentación

### **2.3 PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA**

#### **2.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

##### **2.3.1.1. CAPTACIÓN**

Para la captación de agua se utilizará un sondeo que existe junto a la localización de la planta de tratamiento. En este sondeo, se instalará una bomba de tipo lapicero a unos 50 mts de profundidad que bombeará un caudal de  $100\text{m}^3/\text{h}$  hasta el depósito de agua bruta. Esta bomba (ver anexo II) funcionará con a un variador de frecuencia en consonancia con el nivel del depósito de agua bruta, evitando arranques y paradas de la misma, lo que enturbiaría el agua de sondeo. En el depósito de agua bruta se instalará un medidor de nivel mediante ultrasonidos con señal de 4-20 mA, conectado al variador y en función del nivel del agua aumentar o disminuir la frecuencia de funcionamiento de la bomba.



Figura 2.1. Bombas sumergibles de tipo lapicero. (Distrisoluciones, 2019).

#### 2.3.1.2. PRETRATAMIENTO.

- Filtración: las partículas en suspensión presentes en el agua pueden tener un efecto negativo sobre las membranas de ósmosis inversa (anexo V), como puede ser una obstrucción de las mismas. Esto podría llevar a reducir su vida útil. Se instalarán 3 filtros de arena de sílice (anexo I) que cuentan con las siguientes características:

- Diámetro: 2500mm
- Superficie de filtración: 4,9 m<sup>2</sup>
- Caudal total de filtrado: 133m<sup>3</sup>/h
- Velocidad de filtrado: 9m<sup>3</sup>/h/m<sup>3</sup>
- Presión de trabajo: 2,5 bar

Las aguas llegarán a los filtros desde el depósito de agua bruta bombeadas a través de una bomba de tipo lapicero capaz de bombear un caudal de  $133\text{m}^3/\text{h}$  a una altura de 25 m.c.a.

Toda la batería de filtros está formada por una tubería de PVC PN 10 en diámetro 200 mm, con 4 válvulas de mariposa (ver anexo III) por filtro construidas en fundición con eje en inoxidable y accionamiento neumático. De esta manera, se puede lavar un filtro independientemente de que los otros dos estén en modo filtrado, o en el caso de que uno de los filtros esté averiado, no se necesitaría parar el proceso ya que los otros dos pueden trabajar independientemente.

El lavado de cada uno de los filtros, como ya se ha comentado, se realiza de forma independiente, bombeando agua desde un depósito de agua de lavado, garantizando siempre tener un remanente de agua para el lavado. La bomba de lavado dará un caudal de  $125\text{ m}^3/\text{h}$  a una altura de 15 mca, evacuando las aguas sucias de la red de saneamiento.

Para detectar que es necesario el lavado de los filtros, se dispone de un presostato en la tubería de entrada a los mismos. Cuando la presión de entrada aumenta por encima de la consigna estipulada comienza el ciclo de lavado.

Los ciclos de lavado en automático mandan lavar el segundo filtro cuando el primero ya está en funcionamiento y así hasta lavar los tres filtros.



Figura 2.2. Filtro de arena. (Ima Water, 2020).

- Microfiltración: este término se utiliza cuando partículas de diámetros comprendidos entre 0,1 a 10 $\mu$ m se separan de un disolvente. Esta separación se produce por lo que se conoce como efecto tamiz. Consiste en una separación de las moléculas en función de las dimensiones de estas. En este tipo de tratamiento se utilizan membranas microporosas con tamaños de poro de máximo 5 micras. Su misión es proteger el conjunto de módulos osmotizadores de partículas en suspensión. Para ello, se instalará un conjunto de 3 filtros en cartucho de poliéster, capaces de filtrar un caudal unitario de 60 m<sup>3</sup>/h (Hernández, Tejerina, Arribas, Martínez y Martínez, 1990).



Figura 2.3. Filtro cartucho de poliéster (Tododeagua, 2019).

- Control de parámetros: Según Varó, Chillón y Segura (2011) hay una serie de parámetros relacionados con el control del agua de proceso a tratar en la osmosis inversa. Por tanto, una vez que dichas aguas han superado la etapa de pretratamiento, se procederá a realizar un seguimiento de los siguientes parámetros:
  - Turbidez.
  - Conductividad.
  - pH.
  - Temperatura.
  - Redox.

El control de estos parámetros garantizará que las membranas de ósmosis no sufran ningún daño debido al agua que pase a su través, ya que dicha agua tiene unos valores óptimos para circular por dichas membranas.

### 2.3.1.3. EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA

**Bombeo a ósmosis:** el agua de aporte contiene una concentración de sales disueltas (TDS) tal, que existe una presión osmótica que debe ser vencida, así como necesaria para obtener la relación de agua de producto y aporte y las pérdidas de carga del sistema.

Disponemos de 2 bombas (ver anexo VI), para funcionamiento alterno, centrifugas multicelular vertical, de superficie para impulsión a los bloques de ósmosis. Estas bombas impulsan un caudal unitario de 133 m<sup>3</sup>/h a una presión de 12 bar. La aspiración de estas es en carga desde la salida de los filtros. La presión de aspiración no puede ser inferior a 2 bar, controlada por un presostato, que pararía las bombas en caso de caer la presión en la aspiración, como un modo de protección (Monagua S.L., 2017).



Figura 2.4. Bomba centrifuga multicelular. (Bombashasa, 2018).

***Equipo de módulos osmotizadores:*** esta es la parte dónde se desarrolla la eliminación de minerales del agua de aporte (ver anexo IV).

Según Sotto Díaz (2008), atendiendo a su naturaleza, las membranas se distinguen como biológicas o sintéticas. Las membranas sintéticas destacan por una mayor aplicación industrial.

Las membranas del tipo sintético se clasifican de la siguiente manera:

- Inorgánicas
- Poliméricas
- Líquidas
- Compuestas

Las membranas poliméricas son las más utilizadas debido a su versatilidad. Pueden estar compuestas por varios tipos de materiales.

En este caso, las membranas elegidas para la composición de nuestra planta de ósmosis inversa son las membranas semipermeables, por los motivos que se exponen a continuación.

Las membranas de tipo semipermeable disponen de una estructura y un espesor claramente superior al resto de membranas, con una serie de propiedades tales como:

- Elevada resistencia a limpiezas químicas (pH de 3 a 12).
- Elevada calidad de agua de producto.
- Baja presión de aporte.

Para tener agua con unas condiciones de uso óptimas, ha de vencerse la presión osmótica. Las membranas que se utilizarán en este caso están construidas en poliamida modificada con grupos carboxílicos.

Los módulos osmotizadores, entendiendo estos como las carcassas donde residen las membranas, más concretamente, en este caso 6 por tubo, están compuestos de un tubo construido en fibras de poliéster laminado. Nuestro sistema consta de tres columnas de 6 tubos cada una.

Este sistema funciona de la siguiente manera y con la siguiente secuencia:

- En primer lugar, el agua impulsada entra en el primer rack con las dos primeras columnas en paralelo.
- El agua que sale de esta primera etapa por el lado opuesto de dichos tubos es agua permeada, agua apta que pasa al depósito de agua de salida para seguir con el tratamiento. El agua de rechazo, que es agua con carga mineral, no es aprovechable.
- En la siguiente etapa, se realiza la misma operación que en la primera. El agua proveniente del primer rack pasa por el rack 2. Al salir de este rack obtenemos agua osmotizada o libre de minerales que se envía al depósito de salida (agua apta) y agua con una alta carga de minerales o rechazo que se envía a desagüe.
- La cantidad de rechazo que se desecha debería de ser aproximadamente un 30% del agua de aporte a la osmosis.

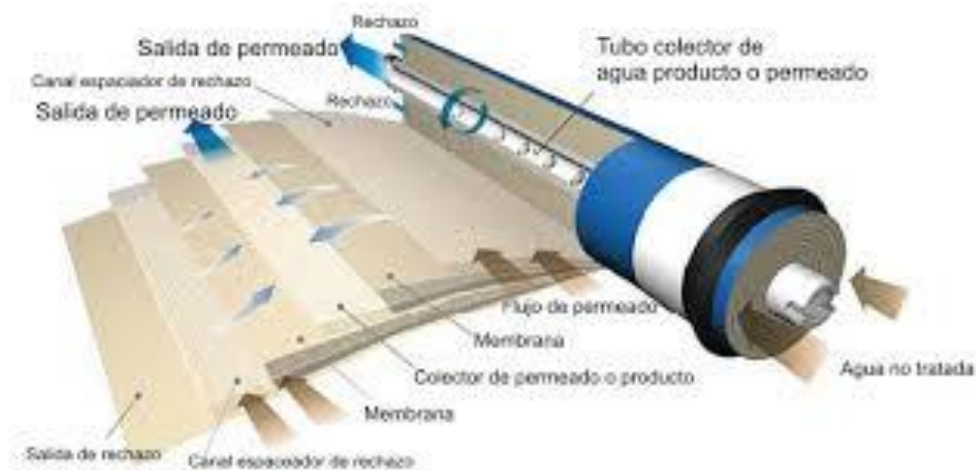


Figura 2.5. Despiece de una membrana de ósmosis. (Carbotecnia, 2020).

**Control de parámetros:** al igual que después de la fase de pretratamiento, después de la ósmosis también se comprueban una serie de parámetros en continuo para verificar que el agua de salida cumple con los parámetros que nos hemos marcado.



Los parámetros a controlar son los siguientes:

- pH.
- Caudal de permeado.
- Conductividad de permeado.
- Temperatura.
- Presión de entrada y salida del Rack 1.
- Presión de entrada y salida del Rack 2 .

**By-pass de salida:** el agua de salida de la osmosis es un agua con una concentración en sales muy baja de en torno a 5-8  $\mu$ s. esto no es del todo conveniente debido a la agresividad del agua en estas condiciones, por lo cual se dispone de una válvula automática con la cual se mezcla el agua proveniente de la salida del pretratamiento con el agua de permeado de manera que podamos obtener mediante la mezcla de ambas la concentración en sales deseada (Ver tabla 1.2.).

**Flushing:** este término significa enjuague. Por tanto, el sistema de *flushing* de esta planta es un sistema utilizado en los momentos en los que la planta pueda quedarse parada, ya sea porque las bombas de alimentación se queden sin agua proveniente del depósito de agua bruta o por otros motivos. La misión de este sistema es enjuagar las membranas de ósmosis para que no queden depósitos en ellas que puedan dañarlas. Está formado por un depósito que contiene agua osmotizada libre de minerales.

Este sistema es automático, de manera que cuando la presión en la entrada del primer rack cae a 0, se abre una válvula que está a la salida del depósito de *flushing*. De este modo, se libera el agua que este contiene y va pasando a través de los diferentes racks de la instalación limpiándoles de posibles depósitos.

**Limpieza de membranas:** de acuerdo con Gutiérrez Ruiz, Hassani y Quiroga Alonso (2016), la limpieza de membranas de una planta de ósmosis inversa puede realizarse utilizando diferentes sustancias: limpieza con bisulfito sódico, limpieza con ácido cítrico, limpieza con sulfonato de alquibeceno lineal o limpieza con hidróxido de amoníaco.

El sistema de limpieza está compuesto por (Monagua S.L., 2017):

- Depósito de 5m<sup>3</sup> de poliéster con resistencias eléctricas para caldeo del producto a utilizar.
- 2 bombas de impulsión y presión.
- Filtro de 5 micras para evitar introducir impurezas al circuito de ósmosis.

A la hora de realizar el proceso de limpieza de las membranas de una planta de ósmosis inversa, se prepara el depósito de agua con uno de los reactivos previamente mencionados, en este caso, se ha elegido el hidróxido de amoníaco por su alta eficacia. Mediante dos bombas, se lleva la mezcla hasta los módulos de osmotización. Se deja recirculando durante un tiempo ya que, de esta manera, se alarga la vida útil de las membranas evitando posibles incrustaciones o depósitos en las mismas.

**Aditivación de reactivos** (Monagua S.L., 2017):

- Dosificación de desincrustante: se dosifica en continuo un desincrustante antes de entrar a las membranas para evitar que se formen incrustaciones en las mismas.
- Dosificación de hipoclorito: a la salida del agua permeada, antes de entrar al depósito de salida, se dosifica cloro en continuo según necesidad. Esto es controlado por un equipo de lectura en continuo que toma lectura del depósito y comanda señal al dosificador para mantener la concentración de cloro en el punto de consigna indicado. Se dispone de una cuba de 500 l de almacenamiento de hipoclorito de donde aspira la bomba dosificadora. También disponemos de un

depósito de acumulación de 8000 l de hipoclorito con bomba de trasiego para alimentar al depósito de 500 l cuando sea necesario.

- Dosificación de ácido: se dosifica ácido clorhídrico para regular el pH del agua. Se dispone de una cuba de 500 l de almacenamiento de ácido de donde aspira la bomba dosificadora. También se dispone de depósito de acumulación de 8000 l para alimentar al depósito de 500 l cuando sea necesario.

**Bombeo de salida:** una vez en el depósito de salida, las aguas son bombeadas mediante dos bombas sumergidas en el depósito, en funcionamiento alterno, a depósito superior. Estas bombas son capaces de elevar un caudal de 245 m<sup>3</sup>/h a una altura de 80 mca (Monagua S.L., 2017).

## 2.4 PLANIFICACION DE LAS OBRAS

En el siguiente diagrama se muestra cómo se vas a planificar las obras cronológicamente en el tiempo.

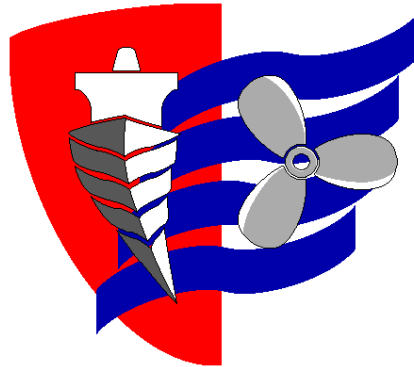
Actividad	Inicio	Final	01-mar	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar
OBRA	01-mar	25-mar																									
RECEPCIÓN DE MATERIALES	01-mar	04-mar																									
REALIZACIÓN DE MEDICIONES	01-mar	05-mar																									
INSTALACIÓN	06-mar	21-mar																									
PRUEBAS DE TRABAJO	21-mar	25-mar																									

Tabla 2.1. Cronograma de la obra de instalación de ósmosis. Fuente: propia.

En la tabla anterior (tabla 2.1.) se puede apreciar cronológicamente en el tiempo cómo se van a desarrollar los trabajos de la obra de montaje de la planta de ósmosis inversa.

- **Recepción de materiales (01/03-05/03):** entre estos días se irán recibiendo todos los componentes que ensamblarán la planta de ósmosis inversa para posteriormente comenzar su montaje.
- **Realización de mediciones (01/03-06/03):** en esta fase los técnicos de la empresa instaladora encargada del montaje de la planta realizarán las mediciones pertinentes en el espacio de la fábrica destinado para la disposición de la planta de tratamiento de agua.
- **Montaje (06/03-21/03):** durante este tiempo, unos 15 días, la empresa instaladora, de acuerdo con las bases establecidas en el pliego de condiciones y bajo la supervisión del jefe de obra, realizará el montaje de la planta.
- **Pruebas de trabajo (21/03-25/03):** en estos días, los técnicos instaladores junto con los técnicos de planta que desarrollarán el trabajo cotidiano con la planta en cuestión, realizarán una serie de pruebas en condiciones reales de trabajo para comprobar el buen funcionamiento de la planta de ósmosis inversa

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**PLIEGO DE CONDICIONES**

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**

#### **3.1.1 CONDICIONES GENERALES**

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir a la empresa, el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que se debe de ajustar la ejecución de la instalación.

La empresa está obligada al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación de un seguro obligatorio, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

#### **3.1.2 MANDOS Y RESPONSABILIDADES:**

##### Jefe de obra:

El contratista dispondrá a pie de obra de un técnico cualificado, quien ejercerá como Jefe de Obra, controlará y organizará los trabajos objeto del contrato siendo el interlocutor válido frente a la propiedad.

##### Vigilancias:

El contratista será el único responsable de la vigilancia de los trabajos que tenga contratados hasta su recepción provisional.

##### Limpieza:

El contratista mantendrá en todo momento el recinto de la obra libre de acumulación de materiales de desecho, desperdicios o escombros debiendo retirarlos a medida que estos se produzcan.

El contratista estará obligado a eliminar adecuadamente y por su cuenta en un vertedero autorizado los desechos que se produzcan durante los trabajos a ejecutar.

Al abandonar el trabajo cada día deberá dejarse el puesto y las zonas de trabajo ordenadas.

Al finalizar la obra, esta se entregará completamente limpia, libre de herramientas andamiajes y materiales sobrantes.

Será por cuenta del contratista el suministro, la distribución y el consumo de todas las energías y fluidos provisionales que sean necesarios para el correcto y normal desarrollo de los trabajos objeto de su oferta.

Subcontratación:

El contratista podrá subcontratar parcialmente las obras contratadas, en todo caso el contratista responderá ante la Dirección Facultativa de Obra y la Propiedad de la labor de sus subcontratistas como si fuese labor propia.

La propiedad podrá recusar antes la contratación, cualquiera de las subcontratas que el subcontratista tenga previsto utilizar, teniendo este la obligación de presentar nombres alternativos.

Durante la ejecución de las obras, la Propiedad podrá recusar a cualquiera de los subcontratistas que no realice las obras adecuadamente, tanto en calidad como en plazo, lo que notificará por escrito al Contratista. Este deberá sustituir al subcontratista sin que dicho cambio pueda originar derecho a compensación alguna en cuanto a precio o plazo de la obra.

### **3.1.3 MATERIALES**

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en cualquier documento del proyecto, aún sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, aun sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, la empresa que realizará las obras tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente y por decisión propia sin la autorización expresa.



### **3.1.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL**

El Director de Obra, de acuerdo con la empresa instaladora, dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de la empresa.

#### Control de calidad:

Correrá por cuenta del contratista el control de Calidad de la obra de acuerdo a la legislación vigente. El control de calidad comprenderá los siguientes aspectos:

- Control de materias primas.
- Control de equipos o materiales suministrados a obra.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

Una vez adjudicada la oferta el contratista enviara a la DF el Programa Garantía de Calidad de la obra.

Todos los materiales deberán ser, como mínimo, de la calidad y características exigidas en los documentos del proyecto.

Si en cualquier momento, durante la ejecución de las obras o durante el periodo de garantía, la Dirección del Proyecto detectase que algún material o unidad de obra no cumple con los requisitos de calidad exigidos, podrá exigir al contratista su demolición y posterior reconstrucción. Todos los costes derivados de estas tareas serán por cuenta del Contratista, quien no tendrá derecho a presentar reclamación alguna por este concepto.

#### Muestras:

El contratista deberá presentar para su aprobación, muestras de los materiales a utilizar con la antelación suficiente para no retrasar el comienzo de la actividad correspondiente, la dirección del proyecto tiene un plazo de tres días para dar su visto bueno o para exigir el cambio si la pieza presentada no cumpliera todos los requisitos. Si las muestras fueran rechazadas, el

contratista deberá presentar nuevas muestras, de tal manera que el plazo de aprobación por parte de la dirección de obra no afecte al plazo de ejecución de las obras. Cualquier retraso que se origine por el rechazo de los materiales será considerado como imputable al Contratista.

### **3.1.5 ORGANIZACIÓN**

La empresa actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que le correspondan y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas y en general, a todo cuanto legisle en decretos u órdenes sobre el particular ante o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo de la empresa a quien le corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

Sin embargo, la empresa deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes de éste en relación con datos extremos.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares que la empresa considere oportuno llevar a cabo y que no estén reflejados en el presente, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, corriendo a cuenta propia de la empresa.

### **3.1.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

En el plazo máximo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva a la empresa instaladora, se comprobarán en presencia del Director de Obra, de un representante de dicha empresa y del responsable de la empresa contratante, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose el correspondiente Acta de Comprobación del Reglamento.

Dicha acta, reflejará la conformidad del replanteo a los documentos contractuales, refiriéndose a cualquier punto, que, en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato. Cuando el acta refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del contrato.

En el plazo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva, la empresa presentará el programa de trabajo de la obra, ajustándose a lo que sabe el particular especifique el Director de Obra, siguiendo el orden de obra que considere oportuno para la correcta realización de la misma, previa notificación por escrito a la dirección de lo mencionado anteriormente.

Cuando del programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por la empresa instaladora y el Director de Obra, acompañándose la correspondiente modificación para su tramitación.

La empresa instaladora estará obligada a notificar por escrito o personalmente de forma directa al Director de Obra la fecha de comienzo de los trabajos.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en las condiciones que se especifiquen en este pliego. Como mínimo deberán ser decepcionadas las obras dentro del plazo establecido para ello en la planificación de este pliego.

El contratista presentará un plan de trabajos detallado, ajustado al plazo pactado, que se desglosará en tareas y tiempos de ejecución, que deberá ser aprobado por la Propiedad. Dicho plan se incorporará como anexo al contrato, formando parte integrante del mismo.

Si se observase un retraso en el cumplimiento del plan detallado aprobado por la propiedad, la DF podrá solicitar que se tomen las medidas oportunas para recuperar dicho retraso. El coste de estas medidas de recuperación será soportado por el Contratista.

Si ocurriera un evento que se considere de acuerdo con la normativa española como causa de fuerza mayor, el contratista deberá notificar a la Dirección Facultativa tal circunstancia en el plazo máximo de dos días hábiles desde

que este ocurra, indicando la duración prevista del problema y su incidencia en los plazos de ejecución de la obra (no se considerará causas de fuerza mayor los días de lluvia, agua, hielos, nevadas y fenómenos atmosféricos de naturaleza semejante).

Si el contratista cumple con la notificación del párrafo anterior, y toma las medidas oportunas para reducir al máximo la incidencia del evento de fuerza mayor, la DF autorizará la ampliación de los plazos de ejecución en el tiempo que dure la misma causa.

El incumplimiento de los plazos parcial o total de la terminación de las obras dará derecho a la Propiedad a aplicar las penalizaciones establecidas.

Cuando la empresa instaladora, de acuerdo con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por la empresa instaladora no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

### **3.1.7 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

La interpretación técnica de los documentos del proyecto corresponde al Técnico Director de Obra. La empresa instaladora está obligada a someter a éste a cualquier duda, aclaración o discrepancia que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto con el fin de darle solución lo antes posible.

La empresa instaladora se hace responsable de cualquier error motivado por la omisión de esta obligación. Consecuentemente, deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto. La

empresa instaladora está obligada a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra aun cuando no se halle explícitamente reflejado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto. La empresa notificará por escrito o en persona directamente al Director de Obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para la inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado necesidad o conveniencia de estas o para aquellas que parcial o totalmente deban quedar ocultas.

De las unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de Obra de hallarlos correctos. Si no se diese el caso, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

### **3.1.8 VARIACIONES DEL PROYECTO**

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra sin variación del importe contratado.

### **3.1.9 OBRAS COMPLEMENTARIAS**

La empresa tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra específicas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en el mismo no figuren explícitamente mencionadas dichas complementarias, todo ello son variación del importe contratado.

### **3.1.10 MODIFICACIONES**

La empresa instaladora está obligada a realizar las obras que se encarguen resultantes de las posibles modificaciones del proyecto, tanto en aumento

como en disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de estos se hará de acuerdo con los valores establecidos en el presupuesto entregado por la empresa y que ha sido tomado como base del contrato.

El Director de Obra está facultado para introducir las modificaciones que considere oportunas de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumpla las condiciones técnicas referidas al proyecto y de modo que no varíe el importe total de la obra.

La empresa instaladora no podrá, en ninguna circunstancia, hacer alteración alguna de las partes del proyecto sin autorización expresa del Director de Obra. Tendrá obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresadas en este documento.

#### **3.1.11 OBRA DEFECTUOSA**

Cuando la empresa halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el Proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Director de Obra podrá aceptarlo o rechazarlo. En el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando la empresa instaladora obligada a aceptar dicha valoración. En el otro caso, se reconstruirá a expensas de la empresa la parte mal ejecutada cuantas veces sean necesarias sin que ello sea motivo de una reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

#### **3.1.12 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS**

Es obligación de la empresa instaladora la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad. Corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### **3.1.13 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que, de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por la empresa, podrá este concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, previo conocimiento por escrito al Director de Obra. Los gastos derivados de la subcontratación correrán a cargo de la empresa.

### **3.1.14 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional. Para ello, se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Director de Obra y la propiedad en presencia de la empresa, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitidas.

De no ser admitidas, se hará constar en el acta y se darán instrucciones a la empresa para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional, sin que esto suponga gasto alguno para la propiedad. El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando de la fecha de la recepción provisional, o bien el que establezca el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este periodo, queda a cargo de la empresa la conservación de las obras y arreglos de desperfectos derivados de una mala construcción o ejecución de la instalación. Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación de la empresa de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudieran derivarse de defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

### **3.1.15 CONTRATACIÓN DE LA EMPRESA INSTALADORA**

El conjunto de las instalaciones que realizará la empresa que se decida una vez estudiado el proyecto y comprobada su viabilidad.

### **3.1.16 CONTRATO**

El contrato se formalizará mediante contrato privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos. La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato. Tanto la empresa instaladora como el propietario deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

### **3.1.17 RESPONSABILIDADES**

La empresa instaladora elegida será el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas del proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la desinstalación de las partes mal ejecutadas y a su reinstalación correcta, sin que sirva de excusa que el Director de Obra haya examinado y reconocido las obras. Dicha empresa es la única responsable de todas las contravenciones que se cometan (incluyendo su personal) durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que, por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados, se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general. La empresa instaladora es la única responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto su personal y, por lo tanto, de los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

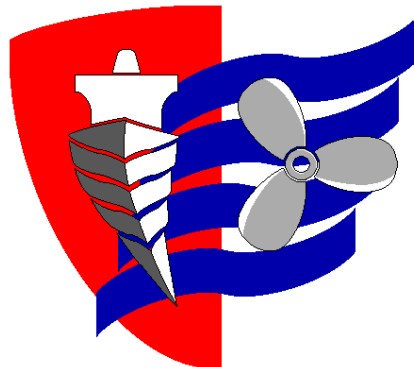


### **3.1.18 RESCISIÓN DEL CONTRATO**

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato:

1. Quiebra de la empresa.
2. Modificación del Proyecto con una alteración de más de un 25% del mismo.
3. Modificación de las unidades de obra sin autorización previa.
4. Suspensión de las obras ya iniciadas.
5. Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.
6. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar esta.
7. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
8. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del Director de Obra y del Propietario.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**PRESUPUESTO**

## 4 PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto final de la planta de ósmosis inversa a instalar.

- **PROYECTO:**

Importe del projectista por la realización del proyecto... 10000 €.

- **MATERIAL/MAQUINARIA:**

**Bombeo de entrada:**

- **1 Ud. Bombeo de entrada** formado por: 2 bombas sumergibles, tipo lapicero, construidas totalmente en acero inox. Son capaces de elevar un caudal unitario de 133 m<sup>3</sup>/h a una altura de 25mca, con motor trifásico de 18,5 Kw, tuberías en PVC PN10 DN 160 hasta conectar con los filtros, incluso soporte para anclaje a base del depósito... 18.568,85 €.

- **1 Ud. Depósito de entrada**, en formato cilíndrico horizontal de enterrar, construido totalmente en poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 50.000 lts de capacidad, con un diámetro de 3.000 mm y una longitud de 8.040 mm, bocas de acceso de 567 mm, tomas de entrada y salida DN... 200.13.447,62€.

**Pretratamiento:**

- **1 Ud. Equipo de filtración** formado por 3 Ud. de filtro bobinado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, DN 2500 mm, sistema de filtración mediante placa de crepinas. Son capaces de filtrar un caudal de 130 m<sup>3</sup>/h a una velocidad de filtración de 9 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>, presión de trabajo de 2,5 bar, relleno

filtrante arena de sílice de distintas granulometrías.ar, relleno filtrante arena de sílice de distintas granulometrías...75.138,63 €.

- **1 Ud. Batería de válvulas**, 12 Ud. (4 por filtro) para posibilitar el funcionamiento independiente de los filtros, tipo mariposa wafer, con cuerpo en fundición y plato en acero inox, DN 200 mm, accionamiento automático mediante actuador neumático, alimentado por compresor de poleas de 2 cv con calderín de 100 lts, electroválvulas de aire, manorreductor, tubería de tecalán de 4x6, tuberías de PVC PN10 DN 200 para conexionado de toda la batería con los filtros, material de fijación y montaje como abrazaderas, escuadras, carril de apoyo, tornillería y juntas...10.880,49 €.

- **1 Ud. Depósito de lavado**, en formato cilíndrico horizontal de enterrar, construido totalmente en poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 50.000 lts de capacidad, con un diámetro de 3.000 mm y una longitud de 8.040 mm, bocas de acceso de 567 mm, tomas de entrada y salida DN... 200.11.447,62 €.

- **1 Ud. Bomba de lavado de filtros**, sumergible, tipo lapicero, construida totalmente en acero inox. Es capaz de elevar un caudal de 125 m<sup>3</sup>/h a una altura de 15 mca, con motor trifásico de 18,5 Kw, tuberías en PVC PN 10 DN 160 hasta conectar con los filtros, incluso soporte para anclaje a base de depósito...8.675,19 €.

- **1 Ud. Micro filtración** formada por 3 Ud. Porta cartuchos fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, DN 410 mm y altura 1.700 mm, con cartucho filtrante de 5 micras. Son capaces de filtrar un caudal unitario de 60 m<sup>3</sup>/h, válvulas de corte en aspiración e impulsión...13.674,26 €.

- **1 Ud. Turbidímetro** para el control de la turbidez de entrada, equipo de control en continuo, con lectura directa en display digital programable, rango de lectura de 0-100 NTU, incluyendo toma de lectura en tubería de entrada a la planta, salida a desagüe y conexionado con cuadro eléctrico...4.628,24 €.

- **1 Ud. Conductivímetro** para el control de conductividad en la entrada de la planta, para lectura en continuo mediante sonda roscada en tubería, display digital con lectura instantánea, conexionado con cuadro eléctrico... 2.648,30 €.

- **1 Ud. Lectura de pH, temperatura y Redox**, mediante portasondas de metacrilato, para soporte de sonda de pH, sonda de temperatura y sonda de Redox, display para visualización en continuo de ambas lecturas, conexión hasta cuadro eléctrico...1.361,13 €.

### **Ósmosis inversa:**

- **1 Ud. Bombeo a ósmosis**, formado por 2 Ud. Bomba centrífuga multicelular vertical, construida en fundición, para la impulsión de agua filtrada a la entrada de las membranas. Son capaces de elevar un caudal unitario de 133 m<sup>3</sup>/h a una presión de 12 bar, con motor trifásico de 75 kW, tubería de impulsión de ambas bombas y formación de colector de reparto a las membranas del primer rack. Todo ello en acero inox, válvulas de corte y retención en aspiración e impulsión de las bombas, conexiones hasta cuadro eléctrico... 40.231,93 €.

- **1 Ud. Equipo de módulos osmotizadores**, formado por 18 tubos contenedores de membranas, 108 membranas de filtración molecular (6 por tubo), estructura metálica para suportación de los tubos en 3 columnas de 6

contenedores, tubería en acero inox desde salida del rack 1 hasta entrada del rack 2, salidas de agua de permeado y salidas de rechazo en tubería de PVC PN 10 de distintos diámetros, material de fijación y montaje, tomas para manómetros en varios puntos... 150.743,59 €

- **1 Ud. Lectura de pH, temperatura y conductividad**, mediante portasondas de metacrilato, para soporte de sonda de pH, sonda de temperatura y sonda de Conductividad, display para visualización en continuo de ambas lecturas, conexión hasta cuadro eléctrico... 4.139,45 €.

- **1 Ud. Lectura de caudal de permeado**, caudalímetro electromagnético DN 100, carrete de unión entre bridas, montaje compacto, unidad electrónica con display digital con caudal instantáneo y totalizador, conexión hasta cuadro eléctrico.... 2.986,11 €.

- **1 Ud. By-pass para mezcla** de agua osmotizada con agua bruta ya filtrada para formación en el depósito de salida un agua apta para consumo humano. Formada por tubería de PVC PN 10, válvula de mariposa de PVC DN... 120.459,62 €.

- **1 Ud. Sistema de Flushing**, formado por depósito de 6 m3 de capacidad, suficiente para hacer arrastre en membranas cuando se pare el sistema, además de tuberías de llenado y de conexión con entrada a rack de membranas. Todo ello en PVC PN 10 DN 110, material de fijación y montaje.... 5.628,63 €.

- **1 Ud. Limpieza de membranas**, formado por depósito de 5.000 lts de capacidad, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, en formato cilíndrico vertical de superficie, para preparación de mezcla de producto de limpieza, 2 bombas centrifugas multicelulares verticales, construidas en

fundición y acero inox, para impulsar producto de limpieza a colectores de membranas, filtro de 5 micras para protección de las membranas de impurezas, tuberías de impulsión hasta rack de entrada y retorno desde salida de membranas hasta depósito de mezcla para formar una recirculación, conexiones eléctricas con cuadro eléctrico...10.392,27 €.

**Aditivación de reactivos:**

- **1 Ud. Dosificación de desincrustante**, formado por bomba dosificadora electrónica de membrana. Es capaz de dar un caudal de 5 l/h a 5 bar, depósito de polietileno de 500 lts para almacenamiento de reactivos, tuberías de teflón de 4x6 para aspiración e impulsión de producto, incluso alimentación eléctrica... 845,61 €.

- **1 Ud. Dosificación de hipoclorito**, formado por equipo de control y dosificación de cloro en continuo, regulador con display digital programable, para visualización de lectura en continuo, programación de puntos de consigna, salida de pulsos, salida de 4-20 mA, alarmas, sonda amperométrica en portasondas de metacrilato con sensor de proximidad, bomba dosificadora electrónica de membrana, con entrada de pulsos y entrada de 4-20 mA, depósito de polietileno de 500 lts para acumulación de reactivo, tuberías de teflón de 4x6 para aspiración e impulsión de producto, depósito general de acumulación de cloro de 8.000 lts, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, bomba de trasiego para transportar el hipoclorito cuando sea necesario hasta depósito de servicio...6.649,21 €.

- **1 Ud. Dosificación de ácido**, formado por bomba dosificadora electrónica de membrana, capaz de dar un caudal de 5 l/h a 5 bar, depósito de 500 lts para almacenamiento de reactivos, tuberías de teflón de 4x6 para aspiración e impulsión de producto, depósito general de acumulación de ácido de 8.000 lts, construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio, bomba de

trasiego para transportar el hipoclorito cuando sea necesario hasta depósito de servicio...5.726,88 €.

#### **Bombeo de salida:**

- **1 Ud. Bombeo de salida**, formado por 2 bombas sumergibles, tipo lapicero, construidas totalmente en acero inox, capaces de elevar un caudal de 100 m<sup>3</sup>/h a una altura de 50 mca, con motor trifásico de 30 kW, pieza pantalón para unión de las dos impulsiones, válvulas de corte y retención DN 150, soportes para anclaje a base del depósito, incluso conexiones eléctricas con cuadro eléctrico...11.115,98 €.

- **1 Ud. Depósito de salida**, en formato cilíndrico horizontal de enterrar, construido totalmente en poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 100.000 lts de capacidad, con un diámetro de 3.500 mm y una longitud de 11.200 mm, bocas de acceso de 567 mm, tomas de entrada y salida DN... 200.22.012,50 €.

#### **Cuadro eléctrico:**

- **1 Ud. Armario de fuerza** compuesto por: armario metálico de 3 cuerpos de 1800x800x600, automático de corte general, diferencial con toroidal y bobina de disparo, 2 variadores de frecuencia de 18,5 kW para bombas de entrada, 1 arrancador electrónico de 18,5 kW para bomba de lavado, 2 arrancadores electrónicos de 75 kW para bombas de impulsión a membranas, 2 arrancadores electrónicos de 30 kW para bombas de salida, 3 seccionadores de 18,5 kW, 2 seccionadores de 75 kW, 2 seccionadores de 30 kW, equipo de medida, cableado, bornas y pequeño material de montaje... 32.627,19 €.



- **1 Ud. Pupitre para maniobras**, compuesto por armario tipo pupitre de 1500x1400x900, automático de corte, diferencial, autómatas para control de automatismos de toda la planta, control de sistema de lavado con temporizadores, control de presiones de entrada y salida de membranas, display de visualización de parámetros de medida de la planta (pH, cloro, turbidez, conductividad, temperatura, presiones), relés de alternancia para las bombas, sinóptico de estado, cableado, pequeño material de montaje...15.039,41 €.

- **MANO DE OBRA**

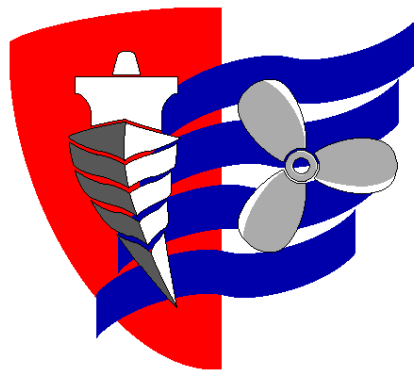
La instalación la van a realizar 6 trabajadores en un total de 200 h (25 días en una jornada laboral de 8 horas diarias).... 11000 €.

IMPORTE. - 486.068,71 €

IVA (21%). - 102074.43 €

**TOTAL.- 588143,14 €**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**CÁLCULOS**

## 5 CÁLCULO ENERGÉTICO DE LA PLANTA

En este apartado se procederá a hacer una serie de estudios técnico-comparativos en los cuales se determinará la eficiencia de la planta con respecto a otros sistemas de tratamiento de agua. Concretamente con respecto al sistema de desmineralización utilizado actualmente. Finalmente, se podrá sacar una conclusión clara sobre el periodo de amortización y la viabilidad de la planta.

### 5.1 PLANTA DE DESMINERALIZACIÓN

El sistema actual de tratamiento tiene una serie de deficiencias tanto energéticas como económicas por un mal mantenimiento y unas cuantiosas pérdidas por purga excesiva.

A continuación, se presenta una tabla con una serie de parámetros de trabajo de la caldera utilizada para producción de vapor

	Parámetros	Valor	Magnitud
DATOS	Presión de trabajo	20	bar
	Producción media anual	16	T/h
	Conductividad agua de alimentación (media anual)	500	μS/cm
	Conductividad agua de caldera (media anual)	6500	μS/cm
	Conductividad agua de caldera (valor recomendado)	4000	μS/cm
	Coste combustible (gas natural)	0,020	€/kWh
	Horas de trabajo anuales	8000	h

El primer calculo consistirá en calcular el caudal de purga ( $Q_p$ ) en función de la conductividad que nosotros requerimos. Este caso, teniendo en cuenta la legislación, debe de ser menor de 7000 $\mu$ s pero se marca un valor de 4000  $\mu$ s para las condiciones de trabajo de esta caldera.

$$Q_p = \frac{CE(entrada) \times Prod.vapor}{CE(recomendado) - CE(entrada)}$$

$$Q_p = \frac{500 \times 16000}{4000 - 500} = 2285,72 Kg/h$$

Estimando que en la caldera se realiza una purga de 3000kg/h tenemos una reducción de purga  $R_p$  de 714,28 kg/h.

Teniendo en cuenta este valor podemos calcular la energía perdida:

$$E_p = \frac{(hf_{caldera} - hf_{aporte})}{\eta_{caldera}} \times R_p$$

$$E_p = \frac{(908,6 - 271,99)}{0,80} \times 714.28 = 5.68 * 10^5 kJ/h$$

Teniendo en cuenta las horas anuales de trabajo de la caldera, unas 8000h se pierde al año un total de:

$$P_{anual} = E_p \times H$$

$$P_{anual} = 5,68 * 10^5 \times 8000 = 4,54 * 10^9 kJ/año$$

Estas pérdidas energéticas suponen un perjuicio económico de:

$$p\acute{e}rdida\ econ\acute{o}mica\ anual = \frac{p\acute{e}rdida\ anual\ de\ energ\'ia}{3600} \times coste\ combustible$$

$$p\acute{e}rdida\ econ\acute{o}mica\ anual = \frac{4,54 \times 10^9}{3600} \times 0,020$$

$$= \mathbf{26483.33\ \text{€ de perjuicio econ\acute{o}mico anual por exceso de purga}}$$

## 5.2 PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA

A continuación, se realizarán los mismos cálculos que en el apartado anterior pero con los parámetros que nos proporciona la ósmosis.

$$Q_p = \frac{CE(entrada) \times prod.\ vapor}{CE(recomendado) - CE(entrada)}$$

$$Q_p = \frac{20 \times 16000}{4000 - 20} = \mathbf{80,40\ kg/h}$$

De entrada, podemos observar que los caudales de purga distan mucho entre sí, el caudal de purga anterior era mucho mayor que este.

$$R_p = purga\ actual - V_p$$

$$R_p = 3000 - 80,40 = 2919,6\ kg/h$$

$$Ganancia\ de\ energía = \frac{(hf_{caldera} - hf_{aporte})}{\eta_{caldera}} \times Rp$$

$$Ganancia\ de\ energía = \frac{(908,6 - 271,99)}{0,8} \times 2919,6 = 2,32 \times 10^6 \frac{kJ}{h}$$

A continuación, se calculará la ganancia económica que supone ese ahorro energético:

$$Ganancia\ anual\ de\ energía = Ganancia\ energía\ hora \times H$$

$$Ganancia\ anual\ de\ energía = 2,32 \times 10^6 \times 8000 = 1,85 \times 10^{10} \text{ kJ/año}$$

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el apartado anterior se calculará la cuantía económica correspondiente a esos parámetros.

$$Ganancia\ económica\ anual = \frac{Ganancia\ anual\ de\ energía}{3600} \times \text{coste combustible}$$

$$Ganancia\ económica\ anual = \frac{1,85 \times 10^{10}}{3600} \times 0,020 = 102777,77 \text{ €/año}$$

### 5.3 TABLA DE RESULTADOS

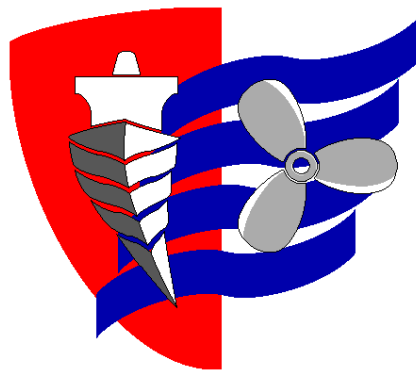
Métodos	Caudal de purga (kg/h)	Ganancia (KJ/h)	Ganancia anual (kJ/año)	Ganancia económica (€)
DESMINERALIZADORES	2285,72	$-5,68 \cdot 10^5$	$-4,54 \cdot 10^{10}$	-26483,33
ÓSMOSIS INVERSA	80,4	$2,32 \cdot 10^6$	$1,85 \cdot 10^{10}$	102777,77

### 5.4 PERIODO DE AMORTIZACIÓN

Método	Ahorro económico total (€)	Coste instalación (€)	Periodo de amortización (años)
Ósmosis inversa	102777.77	588143.14	5.72

El periodo de amortización de esta planta es de 5 años y 8 meses aproximadamente.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



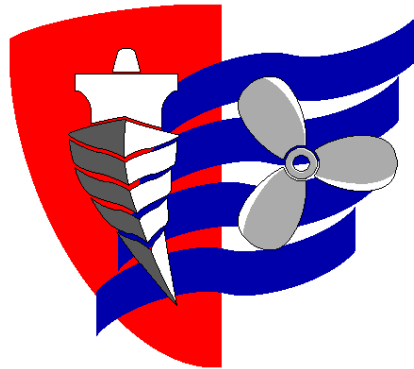
**CONCLUSIONES**



## 6 CONCLUSIONES

- Un buen tratamiento del agua es imprescindible a la hora de introducir agua de alimentación de la caldera ya que tiene una gran influencia sobre sus elementos estructurales.
- Un mal tratamiento puede suponer consecuencias catastróficas en el ámbito económico de la empresa, tanto energética como en temas de mantenimiento.
- El sistema de tratamiento de agua mediante ósmosis inversa es muy útil ya que nos proporciona agua con una concentración en sólidos prácticamente nula.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOMBASHASA (2018). Bombas multicelulares verticales. Recuperado en febrero 2020 de <https://www.bombashasa.com/es/bombas-multicelulares-verticales/>

CARBOTECNIA (2020). Equipos e insumos para tratamiento de agua. Recuperado en febrero 2020 de <https://www.carbotecnia.info/producto/membranas-hydranautics-para-osmosis/>

FÍSICAZONE (2011). Transporte de materiales a través de membranas plasmáticas. Recuperado en noviembre 2019 de <http://fisicazone.com/transporte-de-materiales-a-traves-de-las-membranas-plasmaticas/>

GUTIÉRREZ RUIZ, S., HASSANI, M. Y QUIROGA ALONSO, J.M. (2016). Ensuciamiento y limpieza de membranas empleadas en la desalación de aguas. *Tecnoaqua*, 17, pp. 104-117. Recuperado en marzo 2020 de <https://www.tecnoaqua.es/media/uploads/noticias/documentos/articulo-tecnico-ensuciamiento-limpieza-membranas-empleadas-desalacion-aguas-tecnoaqua-es.pdf>

HERNÁNDEZ, A., TEJERINA, F., ARRIBAS, J.I., MARTÍNEZ, L. Y MARTÍNEZ, F. (1990). *Microfiltración, ultrafiltración y ósmosis inversa*. Madrid: Lerko Print S.A. Recuperado en marzo 2020 de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jZ0Z9-G8YdoC&oi=fnd&pg=PA11&dq=microfiltraci%C3%B3n&ots=E8lufyVx8v&sig=C8wh3YYtOxx8kdifkM0oKHbj58#v=onepage&q=microfiltraci%C3%B3n&f=false>

IMAWATER (2020). Información técnica de filtros para eliminar plomo y mercurio. Recuperado en febrero 2020 de <https://www.plantasdeosmosis.com/productos/filtros-de-agua->

[industriales/informacion-tecnica-filtros-ima-water/94/informacion-tecnica-filtros-para-eliminar-mercurio-y-plomo.html](http://industriales/informacion-tecnica-filtros-ima-water/94/informacion-tecnica-filtros-para-eliminar-mercurio-y-plomo.html)

MONAGUA.SL. (febrero, 2017). *Proyecto planta ósmosis inversa*. Recuperado de Manual para la instalación de una planta de ósmosis inversa.

NORMA BS2486 (1997). *Recommendations for the treatment of water for steam boilers and water heater*. Recuperado en noviembre 2019 de <http://norese.com/publicaciones/Tratamiento%20Agua%20Calderas.pdf>

NORMA UNE-EN 12953 (2004). *Calderas pirotubulares. Parte 10: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera*. Recuperado en noviembre 2019 de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0031264>

OELKER BEHN, A. (2016). *Tratamiento de agua para calderas*. Recuperado entre noviembre y diciembre 2019 de [http://www.thermal.cl/docs/articulos\\_tecnicos/articulo\\_tratamiento\\_de\\_agua\\_en\\_calderas.pdf](http://www.thermal.cl/docs/articulos_tecnicos/articulo_tratamiento_de_agua_en_calderas.pdf)

REAL DECRETO 2060 (2008), de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

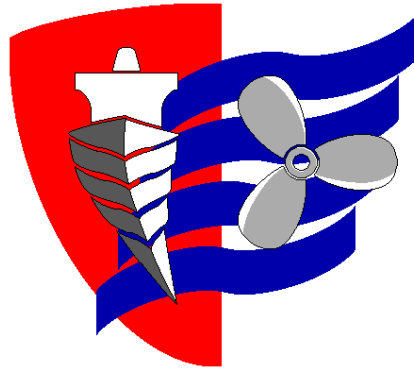
RIVAS PÉREZ, R. (2014). *Control predictivo generalizado de las variables críticas de una unidad de ósmosis inversa*. Recuperado en diciembre 2019 de [https://www.researchgate.net/profile/Raul\\_Rivas-Perez/publication/274960190\\_Control\\_Predictivo\\_Generalizado\\_de\\_las\\_Variables\\_Criticas\\_de\\_una\\_Unidad\\_de\\_Osmosis\\_Inversa/links/552d68e20cf21acb092174f6/Control-Predictivo-Generalizado-de-las-Variables-Criticas-de-una-Unidad-de-Osmosis-Inversa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Raul_Rivas-Perez/publication/274960190_Control_Predictivo_Generalizado_de_las_Variables_Criticas_de_una_Unidad_de_Osmosis_Inversa/links/552d68e20cf21acb092174f6/Control-Predictivo-Generalizado-de-las-Variables-Criticas-de-una-Unidad-de-Osmosis-Inversa.pdf)

SOTTO DÍEZ, A. (2008). *Aplicación de la tecnología de membranas de nanofiltración y ósmosis inversa para el tratamiento de disoluciones acuosas de compuestos fenólicos y ácidos carboxílicos*. LÓPEZ MUÑOZ M.J. (dir.). Tesis

doctoral, Universidad Rey Juan Carlos. Recuperado en marzo 2020 de [https://www.researchgate.net/profile/Arcadio\\_Sotto/publication/48989441\\_Aplicacion\\_de\\_la\\_tecnologia\\_de\\_membranas\\_de\\_nanofiltracion\\_y\\_osmosis\\_inversa\\_para\\_el\\_tratamiento\\_de\\_disoluciones\\_acuosas\\_de\\_compuestos\\_fenolicos\\_y\\_acidos\\_carboxilicos/links/551ab9480cf251c35b4ecc79/Aplicacion-de-la-tecnologia-de-membranas-de-nanofiltracion-y-osmosis-inversa-para-el-tratamiento-de-disoluciones-acuosas-de-compuestos-fenolicos-y-acidos-carboxilicos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Arcadio_Sotto/publication/48989441_Aplicacion_de_la_tecnologia_de_membranas_de_nanofiltracion_y_osmosis_inversa_para_el_tratamiento_de_disoluciones_acuosas_de_compuestos_fenolicos_y_acidos_carboxilicos/links/551ab9480cf251c35b4ecc79/Aplicacion-de-la-tecnologia-de-membranas-de-nanofiltracion-y-osmosis-inversa-para-el-tratamiento-de-disoluciones-acuosas-de-compuestos-fenolicos-y-acidos-carboxilicos.pdf)

VARÓ, P., CHILLÓN, M<sup>a</sup>.F. Y SEGURA, M. (2008). *Manipulación de agua de consumo humano en plantas de ósmosis inversa*. Alicante: TD. Recuperado en marzo 2020 en <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=THZ0RLlyt0sC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Var%C3%B3,+Chill%C3%B3n+y+Segura&ots=f4ASe34mn4&sig=tPXOAZuZv5PJANyxPgOr-0EeB5E#v=onepage&q=Var%C3%B3%2C%20Chill%C3%B3n%20y%20Segura&f=false>

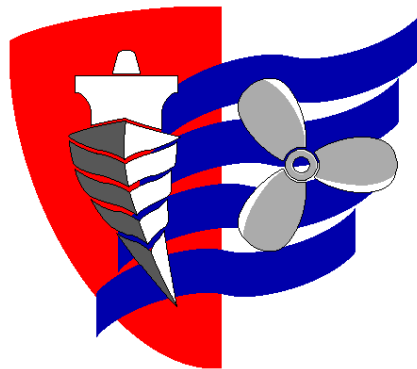
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**PLANOS**



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**




**ANEXOS**





## ANEXO II: Bomba de captación.

Posición	Contar	Descripción
	1	<p><b>SP 125-3-AA</b></p>  <p>Código: 17A019B3</p> <p>Bomba de agotamiento sumergible, apta para el bombeo de agua limpia. Se puede instalar en vertical u horizontal. Todos los componentes de acero están fabricados en acero inoxidable (EN 1.4301; AISI 304) para garantizar la máxima resistencia a la corrosión. Esta bomba está homologada para el bombeo de agua caliente.</p> <p>La bomba está equipada con un motor MS6000 de 22 kW con protección contra arena, cierre mecánico, cojinetes de deslizamiento lubricados con agua y una membrana de compensación de volumen. El motor, sumergible y de tipo encamisado, ofrece una buena estabilidad mecánica y una elevada eficiencia. Apto para temperaturas de hasta 40 °C.</p> <p>El motor está equipado con un sensor Tempcon de Grundfos que, haciendo uso de la tecnología de comunicación Power Line Communication y en conjunto con un panel de control MP 204, permite monitorizar la temperatura. El motor está diseñado para el arranque directo en línea (DOL).</p> <p><b>Líquido:</b>          Líquido bombeado: Agua          Temperatura máxima del líquido: 0 °C          Temp. líquido máx. a 0.15 m/seg: 40 °C          Temp. líquido: 20 °C          Densidad: 998.2 kg/m³          Viscosidad cinemática: 1 mm²/s</p> <p><b>Técnico:</b>          Velocidad para datos de bomba: 2900 rpm          Caudal real calculado: 112 m³/h          Altura resultante de la bomba: 50.01 m          Cierre mecánico del motor: CER/CARNBR          Homologaciones en placa: CE, GOST2          Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B          Versión de motor: T40</p> <p><b>Materiales:</b>          Bomba: Acero inoxidable          EN 1.4301          AISI 304          Impulsor: Acero inoxidable          EN 1.4301          AISI 304          Motor: Acero inox.          DIN W.-Nr. 1.4301          AISI 304</p> <p><b>Instalación:</b>          Descarga: RP6          Diámetro del motor: 6 inch</p> <p><b>Datos eléctricos:</b></p>

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.09.066]

1/7

Grundfos (2019).

## ANEXO III: Válvula de mariposa.

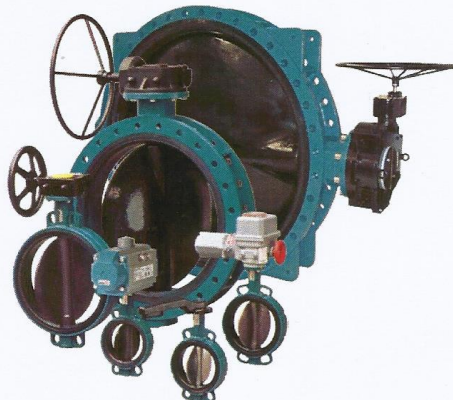
### DESPONIA - Válvula de mariposa DN 25 - 1600

#### Descripción

Válvula de mariposa de eje céntrico con elastómero-asiento para fluidos y gases en la industria como edificación, sector de aguas.....

#### Características

- Tipos de cuerpo D1 Tipo Wafer DN 25-1000  
D3 Tipo Lug DN 25-600  
D4 Sección en U DN 150-1600
- Ancho del cuerpo Según ISO 5752/20, EN 558-1/20
- Brida superior Según EN ISO 5211
- Presión máxima 16 bar
- Tipos de bridas PN6, PN10, PN16, ANSI cl. 150
- Rango de temperatura  $-20^{\circ}\text{C} + 140^{\circ}\text{C}$  según mat.
- Prueba de estanquidad según EN 12266-1/P12, grado A



CE

Las válvulas de mariposa cumplen los requisitos de seguridad del anexo en la directiva europea para equipos de presión 97/23/EG para fluidos grupo 1 y 2.

CE

DVGW

SIL

Válvulas DESPONIA se pueden utilizar en sistemas relacionados con la seguridad según IEC 61508 / 61511, Nivel de Integridad de Seguridad SIL 2

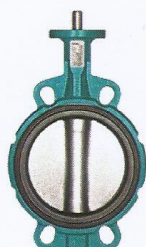
TUV

SVGW  
SSIGE

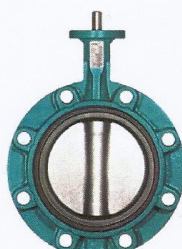
DNV

ACS

RINA



D1  
Wafer



D3  
Lug



D4  
Sección en U

IA<sup>®</sup>  
InterApp

MEMBER OF THE AVK GROUP

Fluids under control.



## ANEXO IV: Módulos osmotizadores.

### CUNO High Flow Filter

#### High Performance Media in an Innovative Design

CUNO High Flow Filters are designed using state-of-the-art technology, optimizing both performance and effluent quality to ensure customer satisfaction. The elements use a unique pleat design that results in a high usable filtering surface area per filter.

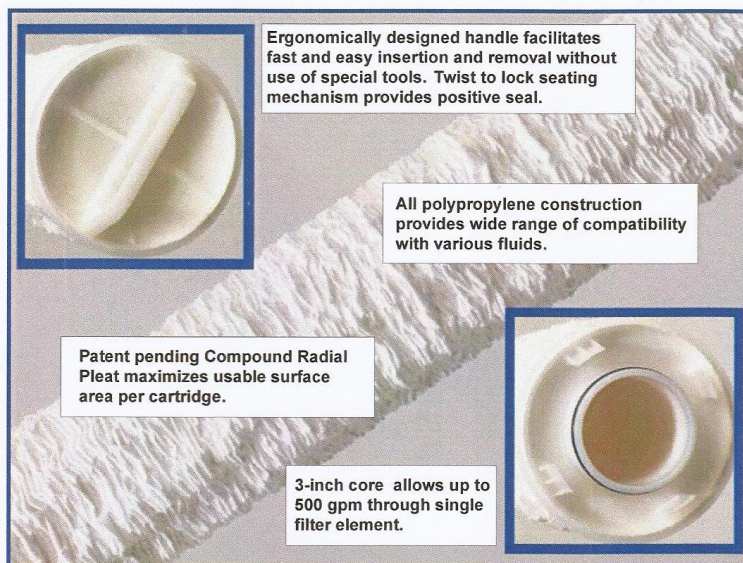
#### Radial pleat design

3M Innovation is at the heart of the CUNO High Flow Filter. A patent pending compound radial pleat design maximizes the usable surface area per filter. Blown microfiber forms the basis of the filter media, which is made to tightly controlled fiber diameter specifications to produce a media with absolute rated particle retention characteristics. Our unique manufacturing process embosses the media to produce a more uniform pleat pattern, which, in turn, allows greater utilization of the media by evenly distributing the fluid throughout the entire filter structure. This results in consistent particle retention in a compact, space-saving design.

#### Design Features

The CUNO High Flow Filter contains several features to combine high performance with easy operation.

Compound Radial Pleat design maximizes usable media surface area



Ergonomically designed handle facilitates fast and easy insertion and removal without use of special tools. Twist to lock seating mechanism provides positive seal.

All polypropylene construction provides wide range of compatibility with various fluids.

Patent pending Compound Radial Pleat maximizes usable surface area per cartridge.

3-inch core allows up to 500 gpm through single filter element.

- A large diameter core allows up to 500 gpm through a single filter element.
- An ergonomically designed handle has been designed to facilitate fast and easy insertion and removal without the use of special tools. Cartridges are simply inserted over a built-in guide tube.
- The seating mechanism uses a "twist to lock" design to provide a positive seal.

Cuno (2020).

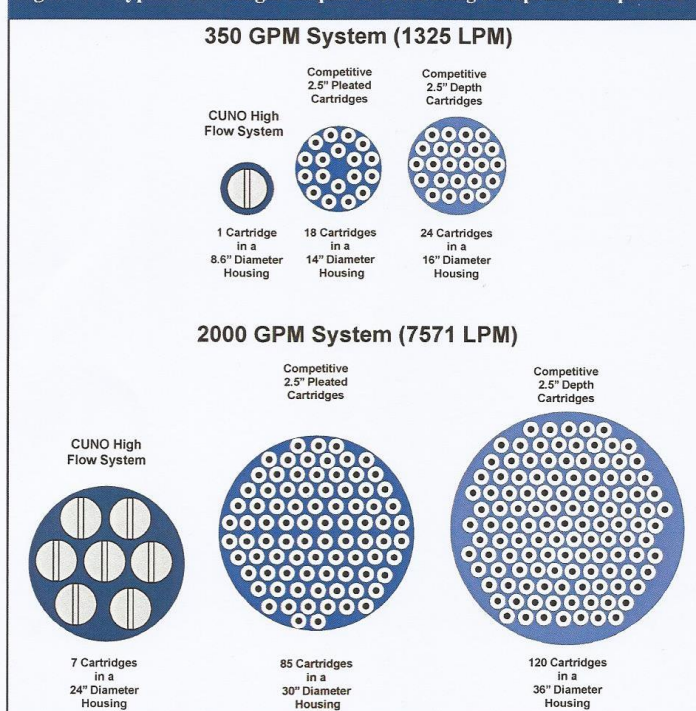
## Anexo V: Membranas de ósmosis.

For more information contact:  
info@lenntech.com  
www.lenntech.com  
Tel. +31-15-261.09.00  
Fax. +31-15-261.62.89

### Filter Comparison

Consider the following benefits of the CUNO High Flow System over competitive 2.5" cartridges in a 350 gpm (1325 lpm) and a 2000 gpm (7571 lpm) system\*:

Figure 1 – Typical Cartridges Required & Housing Footprint Comparison



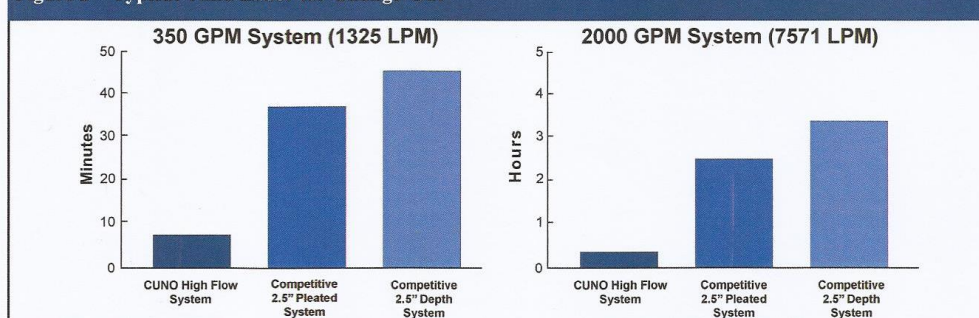
■ The CUNO High Flow System requires 90% fewer cartridges as competitive 2.5" cartridge systems for a given flow rate.

■ CUNO High Flow Housings are 33% to 50% smaller than competitively sized housings for a given flow rate.

■ Fewer filters and a user-friendly housing design means faster change-outs than competitively sized systems.

\* Comparison assumes fluid viscosity of 1 cp

Figure 2 – Typical Time/Labor for Change-Out



Monagua S.L. (2017).





## CODELINE® - ECOLINE 8 INCH SERIES

### UNIQUE 8 INCH SIDE ENTRY MEMBRANE HOUSING FOR RO APPLICATION

MEMBRANE HOUSING DATASHEET

ARTICLE CODE: ECOLINE 80-300, ECOLINE 80-450

#### GENERAL INFORMATION

Codeline Ecoline 8 Inch Series is membrane housing of 8" diameter with side entry design with OCTA Technology. This is used for commercial, municipal and industrial RO applications. Vessel models are available upto a maximum operating pressure of 300 PSI & 450 PSI. These are made up of epoxy / glass composite to meet the demands of long term and continuous use in RO processes. This vessel can accommodate any standard\* 8" membrane element.

\* Standard element length = 40" long

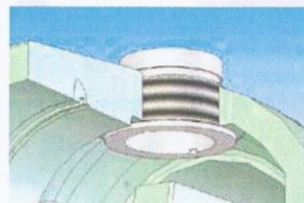
#### THE OCTA TECHNOLOGY - AN OVERVIEW

**The Background:** The conventional internal shape for a membrane housing is considered as a round shape, but use of a round shape with multiple side ports provides a higher probability of side port leakage. Hence, the research background was that how to fit a flat surface in a circular membrane housing with multiple side ports.

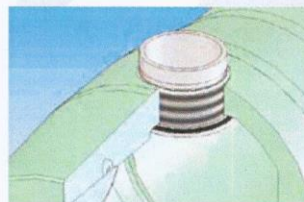
**The Research:** Research with various possibilities proved that an OCTAGON is the best shape to solve the problem of fitting of flat surface in a circular membrane housing. Hence, the technology named after OCTAGON as OCTA Technology.

**The Theory & Explanation:** Inside of industrial membrane housing made up of OCTAGONAL SHAPE can accommodate multiple side ports with the best fit surface. The reasons are explained as shown on the pictures.

**The Conclusion:** Successful execution showed that an Octagon, besides providing the best fit, would also allow for multiple sealing surfaces, each at certain intervals along with side port mounting. Apart from the above it will also provide the benefits like easy on-site service & maintenance with quick locking mechanism along with improved head sealing and integrally wound locking groove. Thus, OCTA Technology sets a benchmark for manufacturing a membrane housings series using the unique "Octagonal Groove Forming Technique" and applicable for 8" membrane housings only.



Flat surface formed in the vessel shell - reduces counter boring



Seal seated against a flat surface




Threaded side port; seal seating on side port

ADVANCED FILTRATION

CODELINE® ECOLINE 8 INCH SERIES

Pentair (2019).

## Anexo VI: bombeo a ósmosis.

GRUNDFOS		Empresa: Creado Por: Teléfono: Datos: 09/02/2017
Posición	Contar	Descripción
	1	<p><b>C 120-1 A-A-V-HB V</b></p>  <p>Código: 95922172            Bomba centrífuga vertical, no autocebante, multicelular, en línea para instalación en sistemas de tuberías o montaje en una cimentación.</p> <p>La bomba tiene las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impulsores, cámaras intermedias de Acero inoxidable DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4301.</li> <li>- Tapa del cabezal y base de la bomba de Fundición.</li> <li>- Longitud de montaje del cierre según EN 12756.</li> <li>- Transmisión de energía mediante acoplamiento ranurado de fundición.</li> <li>- Conexión de tubería mediante bridas DIN.</li> </ul> <p>El motor es un motor AC 3fásico.</p> <p>Líquido:            Líquido bombeado: Agua            Rango de temperatura del líquido: 0 .. 90 °C            Temp. líquido: 20 °C            Densidad: 998.2 kg/m³</p> <p><b>Técnico:</b>            Velocidad para datos de bomba: 2974 rpm            Caudal real calculado: 132 m³/h            Altura resultante de la bomba: 124.3 m            Código del cierre. 1:Tipo 2:Carra giratoria 3:Carra estacionaria 4:Cierre secunda.: HBQV            Homologaciones en placa: CE,TR            Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B</p> <p><b>Materiales:</b>            Cuerpo hidráulico: Fundición EN-1050            Impulsor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301            Material casquillo: AISI 304 Graflon</p> <p><b>Instalación:</b>            Temperatura ambiental máxima: 55 °C            Presión máxima a la temp. declarada: 30 bar / 90 °C            30 bar / 0 °C</p> <p>Tipo de brida: DIN            Diámetro de conexiones: DN 125            Presión: PN 25/40</p>

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.09.066]

1/7

Grundfos (2020).

TRABAJO FIN DE MÁSTER
INGENIERÍA MARINA

### **Aviso responsabilidad UC**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros.

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.